

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 9 9 3 4 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 3 9 9 3 4 7 ]

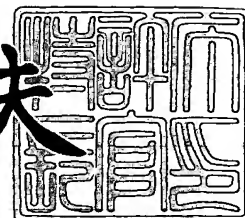
出 願 人                      セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    3 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 2 0 4 6

【書類名】 特許願  
【整理番号】 J0104444  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02F 1/13  
G03B 21/00  
G02F 1/31  
H04N 9/31  
F21V 9/08

【発明者】  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
【氏名】 坂田 秀文

【特許出願人】  
【識別番号】 000002369  
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100095728  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 上柳 雅誉  
【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8

【選任した代理人】  
【識別番号】 100107076  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】  
【識別番号】 100107261  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 013044  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0109826

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

第 1 照明光を供給する第 1 光源と、前記第 1 照明光と異なる波長領域の第 2 照明光を供給する第 2 光源と、の少なくとも 2 つの光源を備える光源部と、

それぞれ異なる方向から進行してくる前記第 1 照明光と前記第 2 照明光とを合成して射出する合波部とを有し、

前記光源部と前記合波部とは、前記第 1 照明光の前記合波部に対する入射角度と前記第 2 照明光の前記合波部に対する入射角度とが略同一であり、かつ  $45^\circ$  未満となるように設けられていることを特徴とする照明装置。

**【請求項 2】**

前記光源部は、前記第 1 照明光と前記第 2 照明光とは異なる波長領域の第 3 照明光を供給する 1 つ以上の第 3 光源をさらに備え、

前記合波部は、前記第 1 照明光と前記第 2 照明光とを合成して射出する第 1 合波素子と、前記第 1 合波素子から射出された合成光と前記第 3 照明光とを合成して射出する第 2 合波素子との、少なくとも 2 つの合波素子からなり、

前記第 3 光源と前記第 2 合波素子とは、前記第 3 照明光の前記第 2 合波素子に対する入射角度と前記合成光の前記第 2 合波素子に対する入射角度とが略同一であり、かつ  $45^\circ$  未満となるように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

**【請求項 3】**

前記合波部は、光の透過作用と反射作用とを用いる光合成素子であり、

前記光合成素子は、所定の振動方向の直線偏光光に対する透過特性又は反射特性が切換わる波長領域の第 1 エッジ波長と、前記所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光に対する透過特性又は反射特性が切換わる波長領域の第 2 エッジ波長とが異なり、

前記第 1 エッジ波長と前記第 2 エッジ波長との間の波長領域と少なくとも一部の波長領域が重複する前記第 1 照明光と前記第 2 照明光との少なくとも一方の照明光を、前記所定の振動方向の直線偏光光又は前記所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光へ変換する偏光変換部をさらに有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の照明装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の照明装置と、

前記照明装置からの照明光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、  
変調された光を投写する投写レンズとを有することを特徴とするプロジェクタ。

【書類名】明細書

【発明の名称】照明装置及びプロジェクタ

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置、特に空間光変調装置を照明するための照明装置、並びにこれら空間光変調装置及び照明装置を用いて画像を投写するプロジェクタに関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード（以下、「LED」という。）は、超高圧水銀ランプ等に比較して一般的に長寿命で、かつ光への変換効率が高いという利点を有している。このため、照明装置の光源にLEDを使用するケースが多くなってきている。ここで、単体のLEDは、発光量が超高圧水銀ランプ等に比較して小さい。また、プロジェクタ等の光源は、比較的大きな光量が必要とされる。このため、LEDをプロジェクタの光源に用いる場合、光量を大きくするための提案がなされている。例えば、発光波長が異なる複数種のLEDを組み込んだ光源装置を利用して、プロジェクタの空間光変調装置の例である液晶型ライトバルブを照明する構成が開示されている（特許文献1参照）。この光源装置では、発光波長が僅かに異なる一対のLEDからの光束をダイクロイックミラーで合波、即ち色合成することによって特定の波長領域の色光の輝度を高めて光量を増やしている。

【0003】

【特許文献1】特開2001-42431号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通常、色合成用のダイクロイックミラーは、透過率特性又は反射率特性が大きく切替わる近傍の波長、即ち遮断周波数がP偏光光とS偏光光とでは、それぞれ異なっている。このため、双方の偏光に対応する一対の遮断周波数に挟まれた波長領域の両外側に一対のLEDの発光中心波長（以下、「ピーク波長」という。）を設定する必要がある。このようなピーク波長差は、50nm程度に達する場合もある。このため、特許文献1に開示された光源装置では、ダイクロイックミラーの光学特性に起因して、一対のLEDから射出される一対の光束のピーク波長を所定値以上に近づけることができない。この結果、一対の光束のピーク波長差が大きくなり、合波後に得られる特定色の色純度が下がってしまうという問題を生ずる。また、ピーク波長が近い一対の光束を、上述のダイクロイックミラーに入射させると、本来すべて透過させたいのに一部が反射してしまい光量損失すること、及び本来すべて反射させたいのに一部が透過してしまい光量損失することが生じてしまう。このため、従来の構成で、高い色純度で高輝度な照明光を得ることは困難である。

【0005】

また、LEDを用いる光源からの光量を増加させる構成として、複数のLEDをアレイ化して配置することも考えられる。これにより、LEDの数量に比例して光量を増加できる。ここで、プロジェクタにおいては、光源と空間光変調装置とを含めた光学系において、有効に扱える光束が存在する空間的な広がり（エテンデュ、Geometrical Extent）として表すことができる。この面積と立体角の積は、光学系において保存される。従って、光源の空間的な広がりが大きくなると、空間光変調装置に入射する光束が存在する空間的な広がりが大きくなる。しかしながら、空間光変調装置で取り込むことができる角度は限られているため、光源からの光束を有効に用いることが困難となる。複数のLEDをアレイ化して光量を増やす場合、光源の面積（空間的な広がり）も大きくなる。従って、プロジェクタにおいて、単にLEDをアレイ化して光量を増加させようとしても、エテンデュが保存されるため、光源からの全ての光束を有効に用いることが困難となってしまう。この結果、光量を増加させることができないので問題である。

【0006】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、高い色純度で高輝度の照明光を供給できる照明装置と、この照明装置を備えるプロジェクタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、第1の発明によれば、第1照明光を供給する第1光源と、第1照明光と異なる波長領域の第2照明光を供給する第2光源と、の少なくとも2つの光源を備える光源部と、それぞれ異なる方向から進行してくる第1照明光と第2照明光とを合成して射出する合波部とを有し、光源部と前記合波部とは、第1照明光の合波部に対する入射角度と第2照明光の合波部に対する入射角度とが略同一であり、かつ45°未満となるように設けられていることを特徴とする照明装置を提供できる。

【0008】

合波部として、例えば、ダイクロイックミラーを用いることができる。ダイクロイックミラーには、膜厚、屈折率、積層数が制御された誘電体多層膜が形成されている。そして、上述したように、ダイクロイックミラーの透過率特性又は反射率特性が大きく切換わる領域の遮断周波数である波長（以下、「エッジ波長」という。）がP偏光光とS偏光光とでは、それぞれ異なっている。一般にダイクロイックミラーは、入射角度が45°を中心にして所定の角度範囲の光に対して所望の透過率特性又は反射率特性が得られるように設計されている場合が多い。この場合、P偏光光のエッジ波長と、S偏光光のエッジ波長とは数10nm程度以上異なってしまうこともある。ここで、ダイクロイックミラーの反射率特性又は透過率特性は、光の入射角度に依存する。つまり、ダイクロイックミラーに対する光の入射角度を変化させると、反射率特性や透過率特性も変化する。

【0009】

本発明では、まず、光源部と合波部とは、第1照明光の合波部に対する入射角度と第2照明光の合波部に対する入射角度とが略同一である。合波部の代表例として一枚のダイクロイックミラーを考える。第1照明光は、ダイクロイックミラーの第1面側から入射する。第2照明光は、ダイクロイックミラーの第1面とは異なる第2面側から入射する。そして、ダイクロイックミラーは、第1面側から入射した第1照明光を反射して所定方向へ導くことができる。また、ダイクロイックミラーは、第2面側から入射した第2照明光を透過して所定方向へ導くことができる。これにより、合波部であるダイクロイックミラーは、第1照明光と第2照明光とを合成して同一の方向へ導くことができる。本発明では、第1照明光と第2照明光とは、それぞれ異なる方向から合波部に入射する。例えば、上記代表例では、第1照明光は第1面側から入射し、第2照明光は第2面側から入射する。そして、それぞれの照明光の入射角度を同一としている。ここで、入射角度とは、入射面の法線と入射光線とのなす角度をいう。このため、ダイクロイックミラーを反射した第1照明光と、透過した第2照明光とは、同一方向に合成されて射出する。これにより、2つの照明光の合成を正確に行うことができる。

【0010】

さらに、本発明では、第1照明光の合波部に対する入射角度と第2照明光の合波部に対する入射角度とが45°未満となるように構成されている。光の入射角度が略ゼロ、即ち垂直入射の場合、P偏光やS偏光等の偏光状態は関係なくなってしまう。従って、垂直入射の場合は、入射光の偏光状態の影響を受ける割合が低減される。このことから理解されるように、光の入射角度を垂直、即ち略ゼロとなる方向へ近づけるに従って、ダイクロイックミラーの透過率特性又は反射率特性の偏光依存性の影響が低減される。この結果、入射角度を45°未満にすると、ダイクロイックミラーのP偏光光のエッジ波長と、S偏光光のエッジ波長との差を小さくできる。これにより、第1照明光のピーク波長と、第2照明光のピーク波長とを近づけることができる。従って、近接したピーク波長の2つの照明光を上述のように正確に合成することで、高い色純度で高輝度の照明光を供給できる。

【0011】

また、第1の発明の好ましい態様によれば、光源部は、第1照明光と第2照明光とは異なる波長領域の第3照明光を供給する1つ以上の第3光源をさらに備え、合波部は、第1

照明光と第2照明光とを合成して射出する第1合波素子と、第1合波素子から射出された合成光と第3照明光とを合成して射出する第2合波素子との、少なくとも2つの合波素子からなり、第3光源と第2合波素子とは、第3照明光の第2合波素子に対する入射角度と合成光の第2合波素子に対する入射角度とが略同一であり、かつ45°未満となるように設けられていることが望ましい。本態様は、合波部として、少なくとも2つの第1合波素子と第2合波素子とを備えている。第1合波素子と第2合波素子とは、それぞれ第1ダイクロイックミラーと第2ダイクロイックミラーとを用いることができる。そして、第1合波素子である第1ダイクロイックミラーは、上述のように第1照明光と第2照明光とを合成して高い色純度で高輝度な合成光を射出する。さらに、第2合波素子である第2ダイクロイックミラーは、この合成光と第3色光とを、第1合波素子と同様に合成して高い色純度の高輝度な照明光を得ることができる。本態様では、第1照明光と第2照明光と第3照明光との3つのピーク波長が近接している少なくとも3つの照明光を合成できる。このため、さらに高輝度な照明光を得られる。

#### 【0012】

また、第1の発明の好ましい態様によれば、合波部は、光の透過作用と反射作用とを用いる光合成素子であり、光合成素子は、所定の振動方向の直線偏光光に対する透過特性又は反射特性が切換わる第1エッジ波長と、所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光に対する透過特性又は反射特性が切換わる第2エッジ波長とが異なり、第1エッジ波長と第2エッジ波長との間の波長領域と少なくとも一部の波長領域が重複する第1照明光と第2照明光との少なくとも一方の照明光を、所定の振動方向の直線偏光光又は所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光へ変換する偏光変換部をさらに有することが望ましい。光合成素子として、例えばダイクロイックミラーを用いる場合、第1エッジ波長と第2エッジ波長との間の波長領域では、例えばP偏光光とS偏光光との反射率特性又は透過率特性が異なる。このため、ダイクロイックミラーに入射した非偏光光、即ちランダムな偏光光のうち、第1エッジ波長と第2エッジ波長との間の波長領域と少なくとも一部の波長領域が重複する場合がある。この場合、本来すべての入射光を透過させたいのに一部がダイクロイックミラーで反射してしまい光量損失すること、及び本来すべて入射光を反射させたいのに一部がダイクロイックミラーで透過してしまい光量損失することが生ずる。本態様では、第1エッジ波長と第2エッジ波長との間の波長領域と少なくとも一部の波長領域が重複する第1照明光と第2照明光との少なくとも一方の照明光を、所定の振動方向の直線偏光光又は所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光へ変換する偏光変換部をさらに設けている。これにより、全ての照明光の光量損失を低減して高輝度な照明光を得ることができる。

#### 【0013】

また、第2の発明によれば、上述の照明装置と、照明装置からの照明光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、変調された光を投写する投写レンズとを有することを特徴とするプロジェクタを提供できる。第2の発明では、上述した照明装置を有している。このため、空間光変調措置を高い色純度の高輝度な照明光で照明できる。これにより、明るく高い色純度の投写像を得ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

以下に、本発明の実施例に係る照明装置、プロジェクタを添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、これらの実施例により本発明が限定されるものでない。

#### 【実施例1】

#### 【0015】

図1は、本発明の実施例1に係る照明装置100の概略構成を示す。第1光源であるLED101Gaは、非偏光光である第1照明光IGaを供給する。また、第2光源であるLED101Gbは、第1照明光と異なる波長領域の非偏光光である第2照明光IGbを供給する。なお、第1光源、第2光源は、LEDに限られず固体発光素子、例えば、EL素子やLD素子を用いることもできる。本実施例では、後述するように第1照明光IGa

、第2照明光 I G b とともに緑色光（以下、「G 光」という。）の波長領域の光である。このように、照明装置 100 は、高い色純度で高輝度な G 光を供給する装置である。

#### 【0016】

合波部であるダイクロイックミラー 103 は、それぞれ異なる方向から進行してくる第1照明光 I G a と第2照明光 I G b とを合成して射出する。ダイクロイックミラー 103 は、第1面 103 a と、第1面 103 a とは異なる第2面 103 b とを有する。第1面 103 a には、不図示の誘電体多層膜が形成されている。LED 101 G a からの第1照明光 I G a は、コリメータレンズ 102 G a により略平行光に変換される。略平行光の第1照明光 I G a は、ダイクロイックミラー 103 の第1面 103 a に入射角度  $\theta 1$  で入射する。また、略平行光の第2照明光 I G b は、ダイクロイックミラー 103 の第2面 103 b に入射角度  $\theta 1$  で入射する。入射角度  $\theta 1$  は、 $45^\circ$  未満である。本実施例では、入射角度  $\theta 1 = 25^\circ$  である。

#### 【0017】

このように、第1照明光 I G a のダイクロイックミラー 103 に対する入射角度  $\theta 1$  と、第2照明光 I G b のダイクロイックミラー 103 に対する入射角度  $\theta 1$  とが同一である。第1照明光 I G a は、ダイクロイックミラーの第1面 103 a 側から入射する。第2照明光 I G b は、ダイクロイックミラー 103 の第1面 103 a とは異なる第2面 103 b 側から入射する。そして、ダイクロイックミラー 103 は、第1面 103 a 側から入射した第1照明光 I G a を反射して所定方向へ射出する。また、ダイクロイックミラー 103 は、第2面 103 b 側から入射した第2照明光 I G b を透過して所定方向へ射出する。これにより、ダイクロイックミラー 103 は、第1照明光 I G a と第2照明光 I G b とを合成して同一の方向へ射出できる。このように、それぞれ異なる方向からダイクロイックミラー 103 に入射する照明光の入射角度  $\theta 1$  を同一としている。ここで、入射角度  $\theta 1$  とは、入射面の法線と入射光線とのなす角度をいう。このため、ダイクロイックミラー 103 の第1面 103 a を反射した第1照明光 I G a と、第2面 103 b を透過した第2照明光 I G b とは、同一方向に合成されて射出する。これにより、2つの照明光 I G a、I G b の合成を正確に行うことができる。

#### 【0018】

さらに、上述のように、第1照明光 I G a のダイクロイックミラー 103 に対する入射角度  $\theta 1$  と第2照明光 I G b のダイクロイックミラー 103 に対する入射角度  $\theta 1$  とが  $45^\circ$  未満、例えば本実施例のように  $25^\circ$  となるように構成されている。次に、本実施例におけるダイクロイックミラー 103 の透過率特性を、従来技術の透過率特性と対比して説明する。

#### 【0019】

図2-1は、ダイクロイックミラー 103 の透過率特性を示す。図2-1において、横軸は波長  $\lambda$  (nm)、縦軸は透過率 T (%) をそれぞれ示す。ダイクロイックミラー 103 は、ハイパスフィルタの機能を有する。そして、不図示の誘電体多層膜からなるダイクロイック面は、透過率 T が偏波依存性を有している。図2-1において、実線で示す S 偏光光の透過率特性曲線 T S と、破線で示す P 偏光光の透過率特性曲線 T P とは、それぞれ異なる特性である。第1エッジ波長  $\lambda_{EP}$  ( $T = 10\%$ ) は、透過率特性曲線 T P の透過端に相当する。第2エッジ波長  $\lambda_{ES}$  ( $T = 10\%$ ) は、透過率特性曲線 T S の透過端に相当する。本実施例では、第1エッジ波長  $\lambda_{EP}$  と第2エッジ波長  $\lambda_{ES}$  との差は略 10 nm である。また、図2-1には、第1及び第2照明光 I G a、I G b の輝度分布が任意単位（縦軸）で重ねて表示されている。本実施例では、第1エッジ波長  $\lambda_{EP}$  と第2エッジ波長  $\lambda_{ES}$  との差を、後述する従来技術のものよりも小さくできる。このため、第1照明光 I G a のピーク波長  $\lambda_{Ga}$  と、第2照明光 I G b のピーク波長  $\lambda_{Gb}$  とを近づけることができる。

#### 【0020】

図2-2は、従来技術のダイクロイックミラーの透過率特性と照明光の輝度分布とを図2-1と同様に示す。従来技術の透過率特性曲線 T S、T P は、本実施例の透過率特性に

比較して25nmほど短波長側へシフトしている。そして、第1エッジ波長 $\lambda_{EP}$ と第2エッジ波長 $\lambda_{ES}$ との差は本実施例よりも大きく、略20nm以上である。従来技術の場合、第1照明光IGxを全て反射させるために、そのピーク波長 $\lambda_{Gx}$ は略510nm以下とする必要がある。また、第2照明光IGyを全て透過させるために、そのピーク波長 $\lambda_{Gy}$ は略540nm以上とする必要がある。このように、従来技術の構成では、2つの照明光のピーク波長 $\lambda_{Gx}$ 、 $\lambda_{Gy}$ がかけ離れてしまうため、色純度が低下してしまう。

#### 【0021】

ダイクロイックミラー103への光の入射角度 $\theta_1$ が略ゼロ、即ち垂直入射の場合は、透過率特性又は反射率特性と、P偏光やS偏光等の偏光状態とは関係なくなってしまう。従って、垂直入射の場合は、入射光の偏光状態の影響を受ける割合が低減される。このことからわかるように、光の入射角度を垂直、即ち略ゼロとなる方向へ近づけるに従って、ダイクロイックミラー103の透過率特性又は反射率特性の偏光依存性の影響が低減される。この結果、入射角度 $\theta_1$ を45°未満にすると、ダイクロイックミラー103のP偏光光の第1エッジ波長 $\lambda_{EP}$ と、S偏光光の第2エッジ波長 $\lambda_{ES}$ との差を小さくできる。これにより、第1照明光IGaのピーク波長 $\lambda_{Ga}$ と、第2照明光 $\lambda_{Gb}$ のピーク波長 $\lambda_{Gb}$ とを近づけることができる。従って、近接したピーク波長の2つの照明光を正確に合成して射出することで、高い色純度で高輝度の照明光を供給できる。

#### 【実施例2】

#### 【0022】

図3は、本発明の実施例2に係る照明装置200の概略構成を示す。上記実施例1では、第1照明光IGa、第2照明光IGbともに非偏光光である。これに対して、本実施例では、第2照明光IGbを特定の振動方向の直線偏光光にしている点が上記実施例1と異なる。その他の上記実施例1と同一の部分には、同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0023】

LED101Gbからの第2照明光IGbは、非偏光光であり、上述したようにコリメータレンズ102Gbで略平行光に変換される。略平行光に変換された第2照明光IGbは、 $\lambda/4$ 波長板202を透過して反射型偏光子201に入射する。 $1/4$ 波長板202は、後述するように入射光の偏光状態を変換する機能を有する。また、反射型偏光子201は、特定の振動方向の偏光成分、例えばP偏光成分を抽出できる。反射型偏光子201としてはグリッド型偏光子を用いることができる。グリッド型偏光子は、光透過性の基板上にA1等のストライプを数百nm程度のピッチで周期的に形成して構成されている。そして、グリッド型偏光子は、入射光のうち所定方向の偏光光のみを選択的に透過させるとともに残りを反射させる。このように、グリッド型偏光子は、吸収による光量損失が少ないという利点を有する。反射型偏光子201は、非偏光光である第2照明光IGbのうち、P偏光成分を透過して射出し、S偏光成分を反射する。反射型偏光子201を反射したS偏光成分は、 $1/4$ 波長板202を再度通過することによって、円偏光に変換される。円偏光に変換された第2照明光IGbは、LED101Gbの方向へ戻る。そして、LED101Gbのチップ上に形成されている不図示の反射部、例えば金属電極等でさらにコリメータレンズ102Gbの方向へ反射される。この反射により円偏光成分の回転方向が逆回りへ反転する。そして、逆回りの円偏光成分は、再度、 $1/4$ 波長板202を透過してP偏光光に変換される。反射型偏光子201は、P偏光成分を透過して、ダイクロイックミラー103の方向へ射出する。これにより、反射型偏光子201は、第2照明光IGbをP偏光に変換して射出できる。

#### 【0024】

図4は、ダイクロイックミラー103の透過率特性と照明光の輝度分布とを図2-1と同様に示す。本実施例のダイクロイックミラー103の透過率特性は、実施例1における透過率特性と略同一である。本実施例では、LED101Gbからの第2照明光IGbのピーク波長 $\lambda_{Gb}$ が実施例1に比較して短波長側へシフトして設定されている。このため第2照明光IGbの一部の波長領域と、第1エッジ波長 $\lambda_{EP}$ と第2エッジ波長 $\lambda_{ES}$ と



の間の波長領域とが重複している。この重複している波長成分を図4において斜線を付して示す。図4のような透過率特性において、第2照明光IGbが実施例1のように非偏光の場合、ダイクロイックミラー103は斜線を付した成分のうちS偏光成分を反射してしまう。本来、ダイクロイックミラー103は、第2照明光IGbを全て透過することが望ましい。このため、第2照明光IGbは反射による光量損失が生じてしまう。

#### 【0025】

本実施例では、合波部であるダイクロイックミラー103は、光の透過作用と反射作用とを用いる光合成素子である。そして、ダイクロイックミラー103は、所定の振動方向の直線偏光光、例えばP偏光光に対する透過の第1エッジ波長 $\lambda_{EP}$ と、所定の振動方向に略直交する振動方向の直線偏光光、例えばS偏光光に対する透過第2エッジ波長 $\lambda_{ES}$ とが異なる。さらに、上述したように、偏光変換部である反射型偏光子201は、第1エッジ波長 $\lambda_{EP}$ と第2エッジ波長 $\lambda_{ES}$ との間の波長領域と少なくとも一部の波長領域が重複する第2照明光IGbを、所定の振動方向であるP偏光光へ変換する。これにより、ダイクロイックミラー103は、第2照明光IGbを反射による光量損失することなく透過できる。また、ダイクロイックミラー103は、実施例1と同様にLED101Gaからの第1照明光IGaを反射する。そして、2つの照明光IGa、IGbのピーク波長 $\lambda_{EP}$ 、 $\lambda_{ES}$ を実施例1に比較して、さらに近接させることができる。入射角度 $\theta_1$ に関しては、第1照明光IGaのダイクロイックミラー103に対する入射角度 $\theta_1$ と、第2照明光IGbのダイクロイックミラー103に対する入射角度 $\theta_1$ とが同一である。そして、入射角度 $\theta_1 = 25^\circ$ である。これらにより、照明装置200では、照明光の光量損失を低減して、さらに色純度が高く、高輝度な照明光を得ることができる。

#### 【実施例3】

#### 【0026】

図5は、本発明の実施例3に係る照明装置300の概略構成を示す。上記実施例1、実施例2では2つのLED101Ga、101Gbを用いている。これに対して、本実施例では、3つのLEDを用いる点異なる。上記各実施例と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

#### 【0027】

本実施例では、第1照明光IGaと第2照明光IGbとは異なる波長領域の第3照明光IGcを供給する1つ以上の第3光源であるLED101Gcをさらに備えている。3つのLED101Ga、101Gb、101Gcで光源部を構成する。そして、合波部は、第1合波素子である第1ダイクロイックミラー103と、第2合波素子である第2ダイクロイックミラー104とからなる。第1ダイクロイックミラー103は、第1照明光IGaと第2照明光IGbとを合成して射出する。第1ダイクロイックミラー103が照明光を合成する構成は上記実施例1と同一である。つまり、第1照明光IGaと第2照明光IGbとの入射角度 $\theta_1$ はそれぞれ同一であり、かつ入射角度 $\theta_1$ は $45^\circ$ 未満である。

#### 【0028】

さらに、第2ダイクロイックミラー104は、第1ダイクロイックミラー103から射出された合成光IGabと第3照明光IGcとを合成して射出する。第3光源であるLED101Gcと第2ダイクロイックミラー104とは、第3照明光IGcの第2ダイクロイックミラー104に対する入射角度 $\theta_2$ と、第1照明光IGaと第2照明光IGbとの合成光IGabの第2ダイクロイックミラー104に対する入射角度 $\theta_2$ とが同一である。そして、入射角度 $\theta_2$ は $45^\circ$ 未満となるように設けられている。

#### 【0029】

図6は、図2-1と同様に、2枚のダイクロイックミラー103、104と3つの照明光IGa、IGb、IGcの輝度分布とを重ねて示す。本実施例では、3つ以上の複数のLEDからの照明光を合成するものであり、その概念を説明するために図6の横軸 $\lambda$ は任意の波長の値とする。第1ダイクロイックミラー103の透過率特性曲線TP1、TS1は、上記実施例1と同様のものである。ピーク波長 $\lambda_{Ga}$ の第1照明光IGaは、第1ダイクロイックミラー103で第2ダイクロイックミラー104の方向へ反射される。ピー

ク波長 $\lambda_{Gb}$ の第2照明光IGbは、第1ダイクロイックミラー103で第2ダイクロイックミラー104の方向へ透過される。このように、第1ダイクロイックミラー103は、第1照明光IGAと第2照明光IGbとの合成光IGabを射出する。

#### 【0030】

第2ダイクロイックミラー104のP偏光成分の透過率特性曲線TP2とS偏光成分の透過率特性曲線TS2とは、第1ダイクロイックミラー103の透過率特性曲線TP1、TS1よりも短波長側にシフトしている。そして、第2ダイクロイックミラー104は、透過率特性曲線TS2のエッジ波長よりも大きい波長側で、第1照明光IGAと第2照明光IGbとの合成光IGabを透過する。また、第2ダイクロイックミラー104は、透過率特性曲線TP2のエッジ波長よりも小さい波長側で、第3照明光IGcを反射する。これにより、第2ダイクロイックミラー104は、合成光IGabを透過し、第3照明光IGcを反射して合成できる。

#### 【0031】

ここで、3つの照明光IGA、IGb、IGcの中心軸（光軸）を略一致させて合成することが望ましい。中心軸を略一致させることで、後述するような空間光変調装置を照明するときに、効率良く照明できる。このために、第1照明光IGAと第2照明光IGbとの第1ダイクロイックミラー103に対する入射角度 $\theta_1$ は相互に等しくする。同様に、合成光IGabと第3照明光IGcとの第2ダイクロイックミラー104に対する入射角度 $\theta_2$ は相互に等しくする。また、入射角度 $\theta_1$ と入射角度 $\theta_2$ とは、ともに $45^\circ$ 未満である。なお、入射角度 $\theta_1$ と入射角度 $\theta_2$ とは、同一でも異なっても良い。このように、本実施例では、第1照明光IGAと第2照明光IGbと第3照明光IGcとのピーク波長 $\lambda_{Ga}$ 、 $\lambda_{Gb}$ 、 $\lambda_{Gc}$ がそれぞれ近接している少なくとも3つの照明光を合成できる。このため、さらに高輝度な照明光を得られる。さらに、図6に斜線を付して示す領域は、透過により光量損失してしまう場合がある。この場合、第1照明光IGA、第3照明光IGcとともにS偏光光とすることで光量損失を低減できる。なお、本実施例では、3つの照明光を合成する構成を用いて説明している。しかしながら、これに限られるものではなく、4つ以上のLEDからの照明光も同様にして合成することができる。

#### 【実施例4】

#### 【0032】

図7は、実施例4に係るプロジェクタ400の概略構成を示す。プロジェクタ400は、G光を供給するために実施例1に係る照明装置100を用いている。LED101Rは、赤色光（以下、「R光」という。）を供給する。LED101Bは、青色光（以下、「B光」という。）を供給する。一般に、R光とG光とB光とを投写して、全体として白色の投写画像を得るためには、G光の光束量を全体の光束量に対して60%から80%程度にする必要がある。このため、本実施例では、R光、B光に比較してG光の光量を増やすために、照明装置100は高輝度なG光を供給するように配置している。

#### 【0033】

まず、R光について説明する。LED101RはR光を射出する。コリメータレンズ102Rは、R光を略平行光に変換して射出する。平行化されたR光はインテグレート光学系430Rに入射する。インテグレート光学系430Rは、入射光を均一化させて空間光変調装置である透過型液晶ライトバルブ431Rを重畳的に照明する。インテグレート光学系430Rとしては、フライアイレンズ又はロッドレンズ等で構成することができる。

#### 【0034】

次に、B光について説明する。LED101BはB光を射出する。コリメータレンズ102Bは、B光を略平行光に変換して射出する。平行化されたB光は上述したものと同様のインテグレート光学系430Bに入射する。インテグレート光学系430Bは、入射光を均一化させて空間光変調装置である透過型液晶ライトバルブ431Bを重畳的に照明する。

#### 【0035】

次に、G光について説明する。G光は、上記実施例1の照明装置100を用いて供給さ

れる。これにより、実施例 1 で述べたように、高い色純度で高輝度な G 光を得ることができる。照明装置 100 からの G 光は、インテグレート光学系 430 G に入射する。インテグレート光学系 430 G は、入射光を均一化させて空間光変調装置である透過型液晶ライトバルブ 431 G を重畳的に照明する。

#### 【0036】

各透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B にそれぞれ入射した R 光、G 光、B 光は、これら透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B によって画像信号に応じて空間的に変調される。各透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B を通過した各色の光は、クロスダイクロイックプリズム 432 に入射する。クロスダイクロイックプリズム 432 は、第 1 クロスダイクロイック膜 432 a と第 2 クロスダイクロイック膜 432 b とを X 字型に配列して構成されている。第 1 クロスダイクロイック膜 432 a は、G 光を透過し、B 光を反射する。第 2 クロスダイクロイック膜 432 b は、G 光を透過し、R 光を反射する。これにより、クロスダイクロイックプリズム 432 は、R 光、G 光、B 光を合成して射出する。クロスダイクロイックプリズム 432 から射出した合成光の像は、投写レンズ 440 に入射してプロジェクタ 400 外部に設けたスクリーン（不図示）に適当な拡大率で投影される。このように、プロジェクタ 400 によって、各透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B に形成された各色光の画像を合成した画像が、スクリーン上に動画又は静止画として投写される。なお、図示を省略しているが、各透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B の周辺の適所には、これらの各透過型液晶ライトバルブ 431 R、431 G、431 B を偏光光で照明し読み出すため、適当な偏光板が適当な状態で配置されている。

#### 【0037】

以上説明したプロジェクタ 400 によれば、ダイクロイックミラー 103 を用いて第 1 照明光 I G a と第 2 照明光 I G b とを効率よく合成（合波）できる。このため、合波によって最終的に得られる G 色照明光の純色度を高くして、かつ輝度向上を図ることができる。この結果、明るく、色再現性の良好な投写像を得られる。

#### 【実施例 5】

#### 【0038】

図 8 は、本発明の実施例 5 に係るプロジェクタ 500 の概略構成を示す。本実施例のプロジェクタ 500 は、実施例 4 のプロジェクタ 400 を変形したものであり、透過型液晶ライトバルブの代わりにデジタルマイクロミラーデバイス（以下、「DMD」という。テキサスインスツルメント社製）を用いている。上記各実施例と同一の部分には、同一の符号を付し重複する説明は省略する。

#### 【0039】

LED 101 R からの R 光は、コリメータレンズ 102 R で略平行光に変換されてクロスダイクロイックプリズム 432 に入射する。また、LED 101 G からの G 光は、コリメータレンズ 102 G で略平行光に変換されてクロスダイクロイックプリズム 432 に入射する。

#### 【0040】

そして、上記実施例 1 で説明した照明装置 100 からの G 光は、略平行にされた状態でクロスダイクロイックプリズム 432 に入射する。クロスダイクロイックプリズム 432 は、実施例 4 と同様に R 光、G 光、B 光を合成して射出する。合成された光は、インテグレート光学系 501 に入射する。インテグレート光学系 501 としては、フライアイレンズ又はロッドレンズ等で構成することができる。インテグレート光学系 501 から射出された各色の合成光は、レンズ 502 及びミラー 503 を経由して DMD 504 上に重畳的に均一に照射される。この際、レンズ 502 の位置及び焦点距離を適宜調節することにより、DMD 504 を均一に照明することができる。

#### 【0041】

DMD 504 は、公知の構造を有し、2 次元マトリックス状に配列され画素を構成する多数のマイクロミラーと、これらマイクロミラーの姿勢を個別に調節するアクチュエータ

と、アクチュエータの動作を制御する制御回路とを基板上に一体的に形成したものである。DMD 504 に適当な画像信号を入力することにより、各画素に対応するマイクロミラーからの反射光を投写レンズ 505 の瞳に入射させる状態（ON 状態）、又は入射させない状態（OFF 状態）に制御できる。そして、投写レンズ 505 によって DMD 504 に入力された画像信号に対応する画像がスクリーン（不図示）上に投写される。

#### 【0042】

図 9-1～図 9-5 は、実施例 5 のプロジェクタ 500 における 1 フレームの動作を説明する図である。図 9-1 は、フレーム期間を示す。図 9-2 は、G 階調表現信号を示す。図 9-3 は、B 階調表現信号を示す。図 9-4 は、R 階調表現信号を示す。図 9-5 は、クロック信号を示す。図 9-2 の G 階調表現信号は、G 階調表現期間 GK に対応し、この間だけ図 8 に示す LED 101Ga、101Gb が点灯する。また、図 9-3 の B 階調表現信号は、B 階調表現期間 BK に対応し、この間だけ図 8 の LED 101B が点灯する。また、図 9-4 の R 階調表現信号は、R 階調表現期間 RK に対応し、この間だけ図 8 の LED 101R が点灯する。図 9-2 に示す G 階調表現期間 GK は、 $n$  ビットの画像強度に対応して  $n$  個の単位時間 ( $2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^{(n-1)}$ ) に分割されている。

#### 【0043】

例えば G 光の特定画素の画像信号が最大値であるとき、 $n$  個の単位時間の全て、つまり G 階調表現期間 GK のほぼ全期間で DMD 504 の特定マイクロミラーを ON 状態とする。一方、G 光の特定画素の画像信号が最小値であるとき、 $n$  個の単位時間の全て、つまり G 階調表現期間 GK のほぼ全期間で対応するマイクロミラーを OFF 状態とする。このような手法により、G 階調表現期間 GK 中、各画素における G 色の強度信号に応じてマイクロミラーを ON・OFF 時間が調節される。同様に、B 階調表現期間 BK や R 階調表現期間 RK も、 $n$  個の単位時間に分割され、各色の強度信号に応じてマイクロミラーの ON・OFF 時間が調節される。

#### 【0044】

以上のプロジェクタ 500 によれば、G 色に対応する LED 101Ga、101Gb からの両照明光 IGa、IGb を高い色純度で合波して DMD 504 に入射させることができる。このため、投写される画像の輝度を高めることができるだけでなく、良好な色再現の投写像を得ることができる。

#### 【0045】

以上実施例に即して本発明を説明したが、本発明は、上記実施例に限定されるものではない。例えば実施例 4 のプロジェクタ 400 では、空間光変調装置が透過型液晶ライトバルブ 431R、431G、431B で構成されているが、反射型の液晶素子で構成することもできる。また、液晶ライトバルブは、光書き込み型の液晶ライトバルブとすることもできる。

#### 【0046】

また、上記実施例では、波長が近似する一対の G を合波して G 光の高い色純度で輝度を高める場合について説明しているが、他の R 光、B 光についても、ピーク波長が近接する一対の光源光を合波して 1 つの照明光とすることができる。

#### 【0047】

また、上記各実施例においてはダイクロイックミラーがハイパスフィルタの機能を有する構成について説明している。本発明は、これに限られず、ダイクロイックミラーがローパスフィルタの機能を有する構成でも同様に適用することができる。さらに、ダイクロイックミラーにおける反射作用又は透過作用は、所定の方向へ複数の照明光を合成して射出することができれば、いずれの作用を用いても良い。例えば、実施例 1 において、ダイクロイックミラー 103 が、第 1 照明光 IGa を透過し、第 2 照明光 IGb を反射して合成する構成でも良い。さらに、全ての照明光についてそれぞれ偏光状態を制御することもできる。照明光として非偏光光を用いずに、偏光光を用いれば光量損失を低減できるため、さらに高輝度な照明光を得ることができる。

#### 【産業上の利用可能性】

## 【0048】

以上のように、本発明に係る照明装置は、高い色純度で高輝度な照明光を供給する場合に有用であり、とくに空間光変調装置を照明するのに好適である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0049】

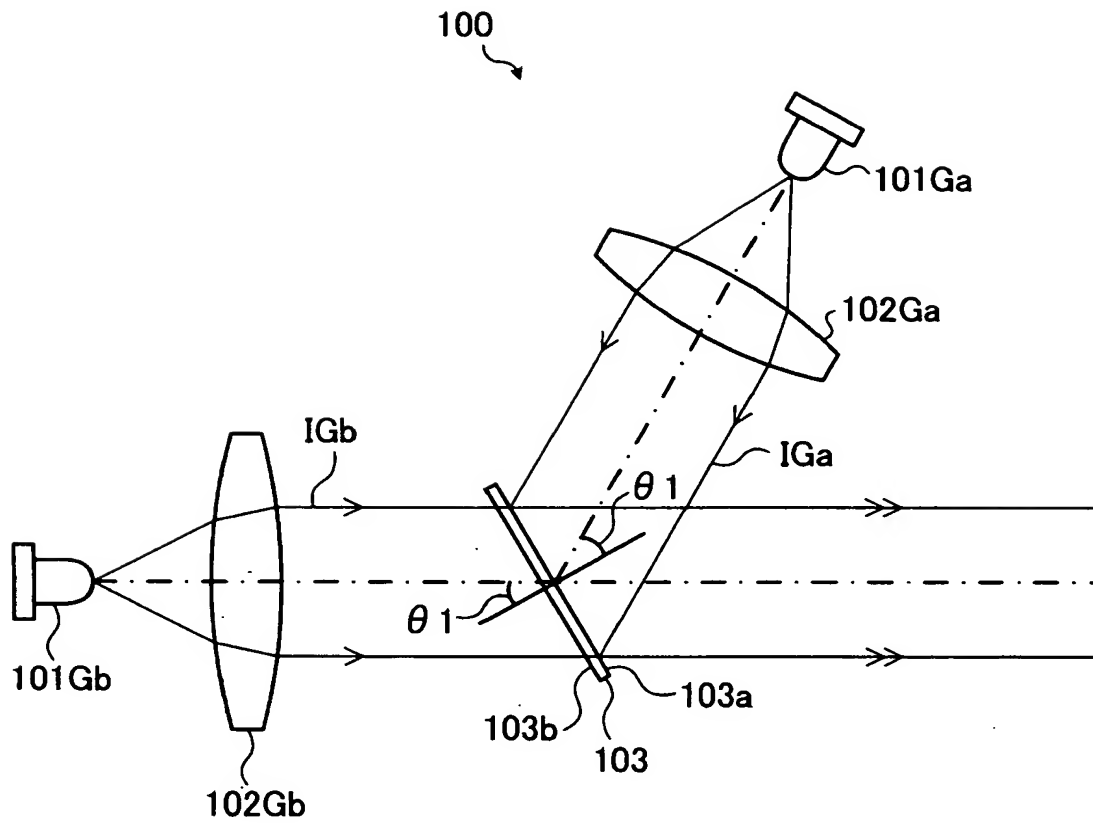
- 【図1】 実施例1に係る照明装置の概略構成図。
- 【図2-1】 実施例1のダイクロイックミラーの光学特性図。
- 【図2-2】 従来技術のダイクロイックミラーの光学特性図。
- 【図3】 実施例2に係る照明装置の概略構成図。
- 【図4】 実施例2のダイクロイックミラーの光学特性図。
- 【図5】 実施例3に係る照明装置の概略構成図。
- 【図6】 実施例3のダイクロイックミラーの光学特性図。
- 【図7】 実施例4に係るプロジェクタの概略構成図。
- 【図8】 実施例5に係るプロジェクタの概略構成図。
- 【図9-1】 フレーム期間を示す図。
- 【図9-2】 G階調表現信号を示す図。
- 【図9-3】 B階調表現信号を示す図。
- 【図9-4】 R階調表現信号を示す図。
- 【図9-5】 クロック信号を示す図。

## 【符号の説明】

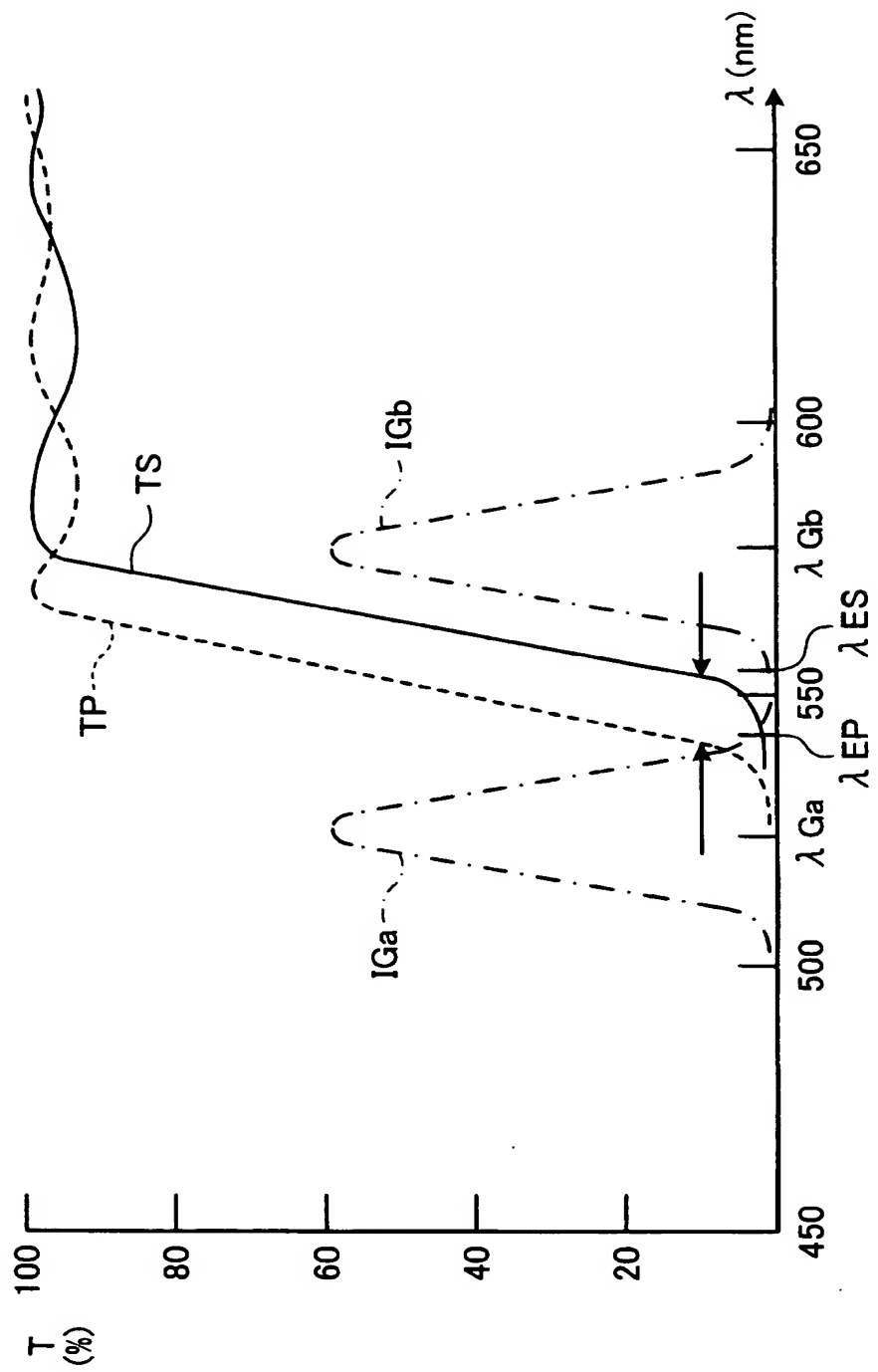
## 【0050】

100 照明装置、101Ga、101Gb、101Gc LED、102Ga、102Gb、102R、102B コリメータレンズ、103 ダイクロイックミラー、103a 第1面、103b 第2面、104 ダイクロイックミラー、200 照明装置、201 反射型偏光子、202  $\lambda/4$  波長板、300 照明装置、400 プロジェクタ、430R、430B、430G インテグレート光学系、432 クロスダイクロイックプリズム、431R、431G、431B 透過型液晶ライトバルブ、432a、432b ダイクロイック膜、440 投写レンズ、500 プロジェクタ、501 インテグレート光学系、502 レンズ、503 ミラー、505 投写レンズ、IGa、IGb 照明光、IGab 合成光、IGx、IGy 照明光、TP、TS、TP1、TP2、TS1、TS2 透過率特性曲線、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$  入射角度、 $\lambda EP$ 、 $\lambda ES$  エッジ波長、 $\lambda Ga$ 、 $\lambda Gb$  ピーク波長、 $\lambda Gx$ 、 $\lambda Gy$  ピーク波長

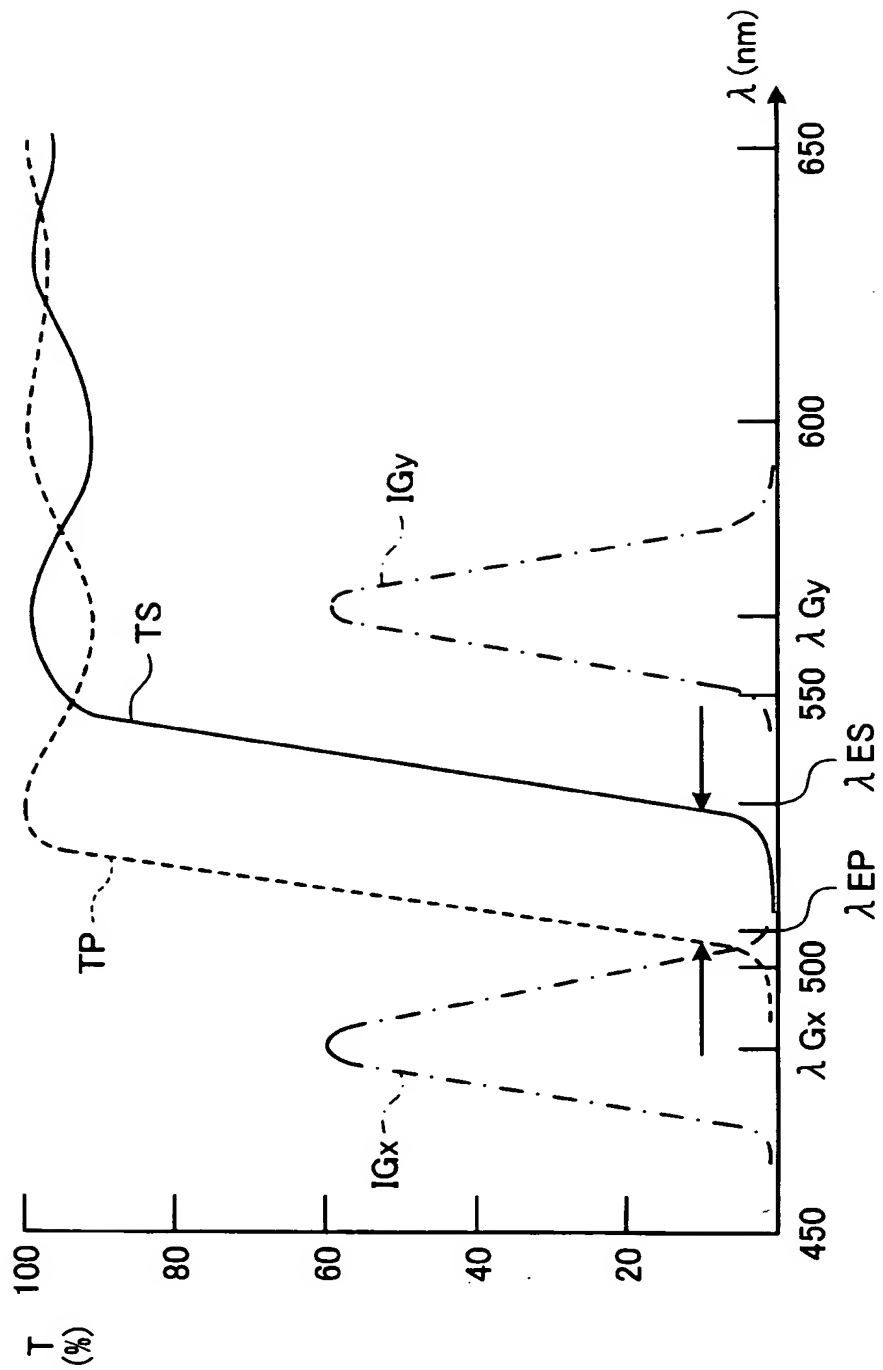
【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2-1】

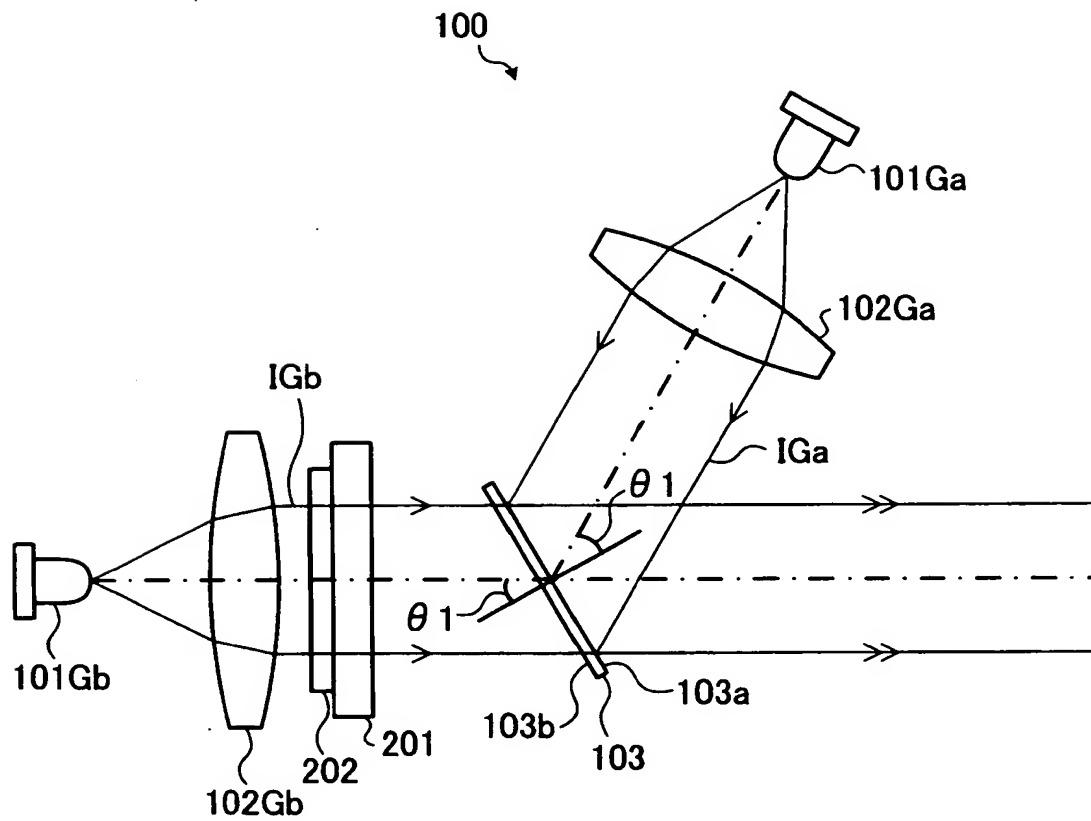


【図 2-2】

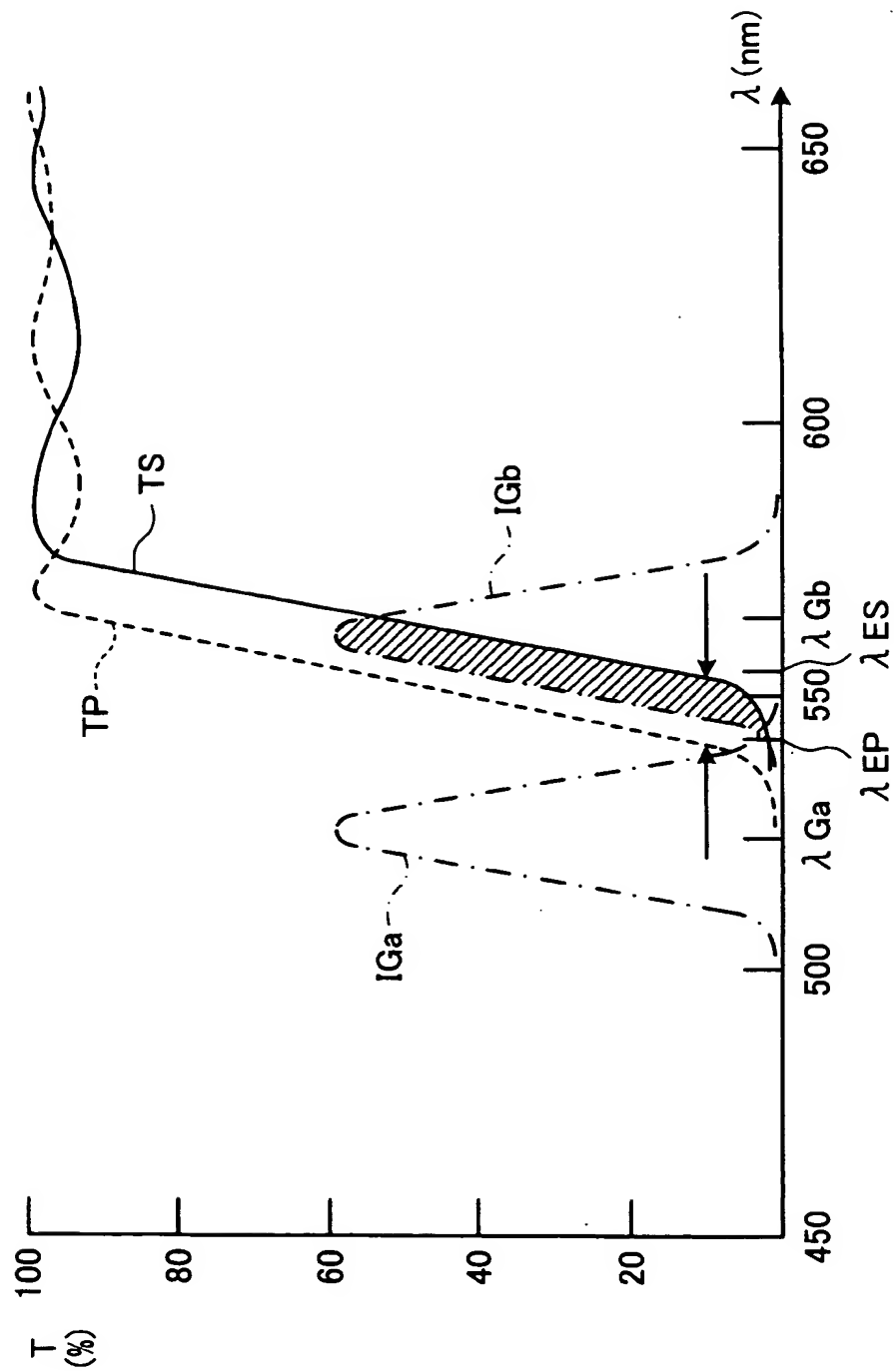




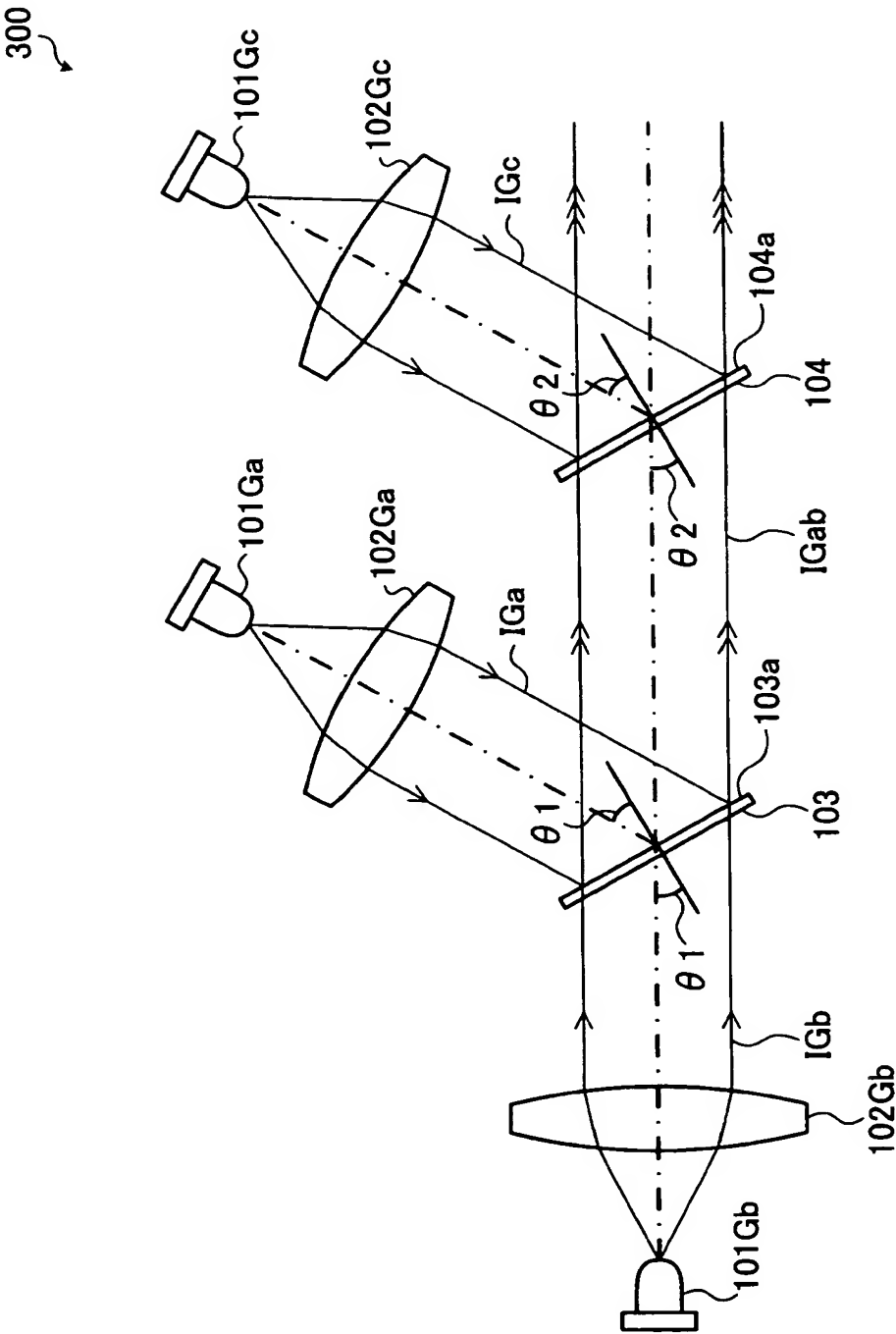
【図 3】



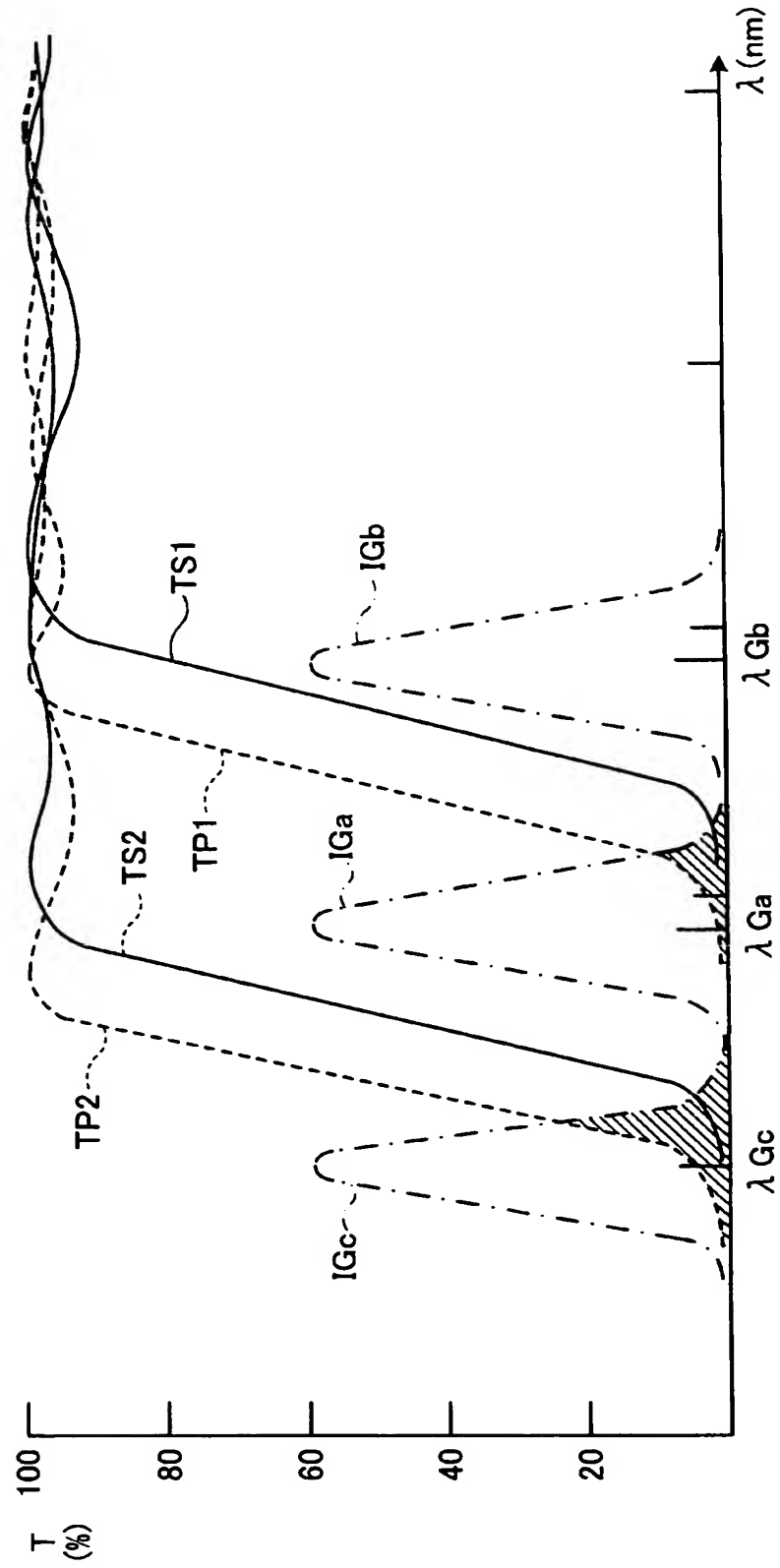
【図 4】



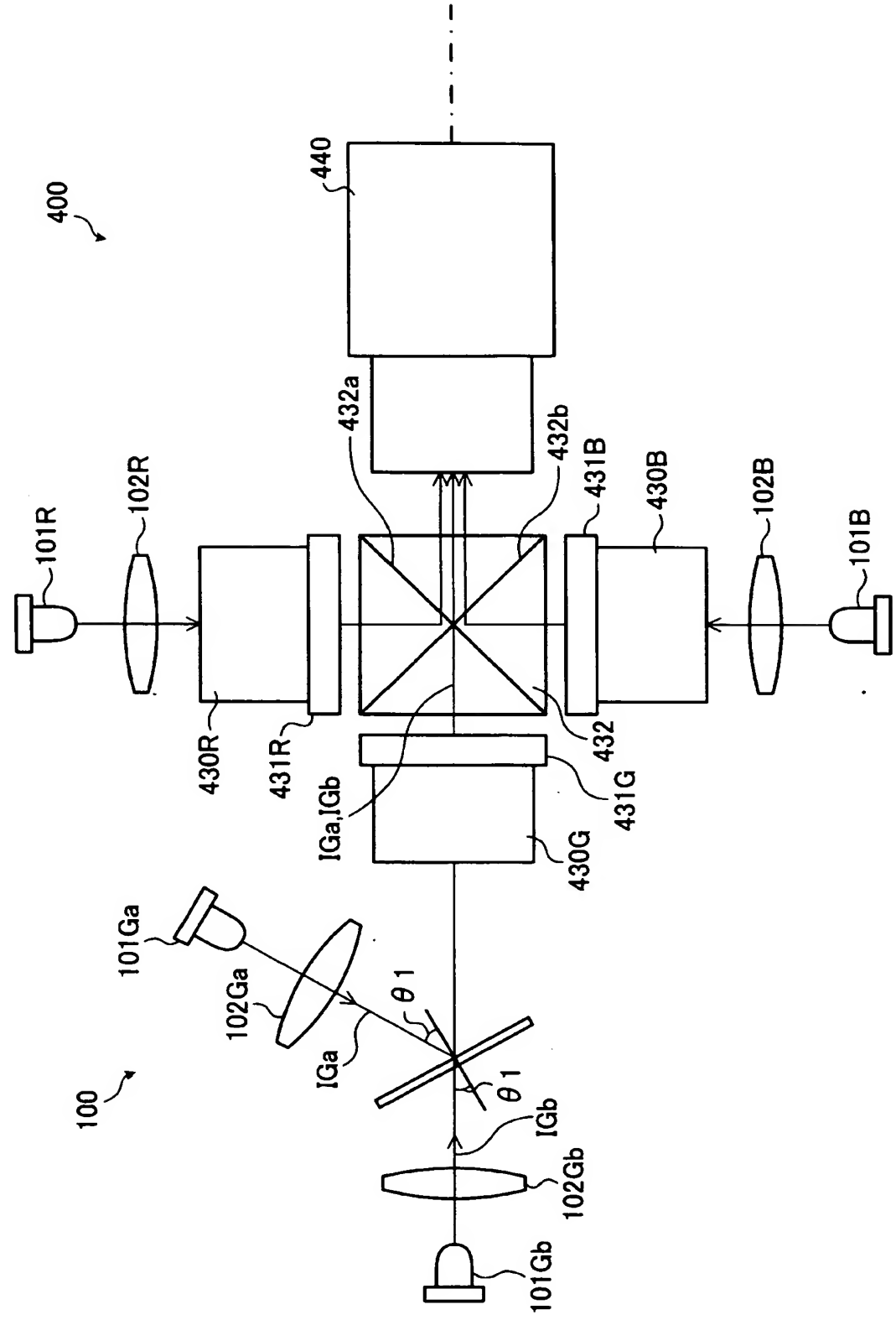
【図 5】



【図 6】

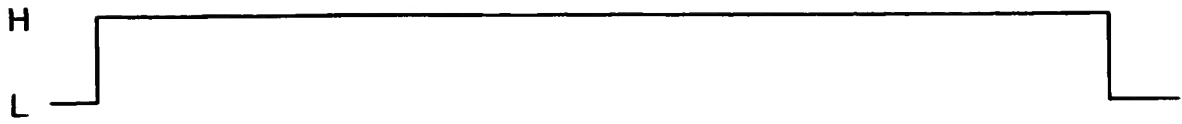


【図 7】





【図 9-1】



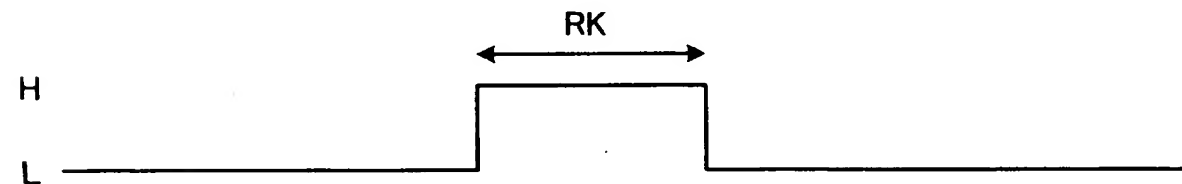
【図 9-2】



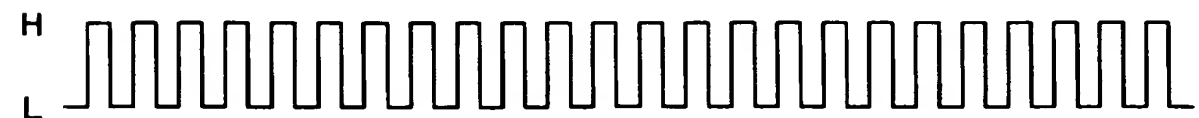
【図 9-3】



【図 9-4】



【図 9-5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い色純度で高輝度の照明光を供給できる照明装置とこの照明装置を備えるプロジェクタを提供すること。

【解決手段】 第1照明光 I G a を供給する第1光源である L E D 1 0 1 G a と、第1照明光 I G a と異なる波長領域の第2照明光 I G b を供給する第2光源 L E D 1 0 1 G b と、の少なくとも2つの光源を備える光源部と、それぞれ異なる方向から進行してくる第1照明光 I G a と第2照明光 I G b とを合成して射出するダイクロイックミラー 1 0 3 とを有し、L E D 1 0 1 G a 、 1 0 1 G b とダイクロイックミラー 1 0 3 とは、第1照明光 I G a のダイクロイックミラー 1 0 3 に対する入射角度  $\theta 1$  と第2照明光 I G b のダイクロイックミラー 1 0 3 に対する入射角度  $\theta 1$  とが略同一であり、かつ  $45^\circ$  未満となるように設けられている。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 9 9 3 4 7
受付番号	5 0 3 0 1 9 6 6 9 2 3
書類名	特許願
担当官	森吉 美智枝 7 5 7 7
作成日	平成 1 5 年 1 2 月 8 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年11月28日

特願 2 0 0 3 - 3 9 9 3 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社